

남강댐의 운영수위 변경에 따른 선버들 군락의 분포현황 및 특성*

정혜련¹⁾ · 김기흥²⁾ · 박재현³⁾ · 이석배²⁾

¹⁾ 경남과학기술대학교 대학원 토목공학과 · ²⁾ 경남과학기술대학교 토목공학과

³⁾ 경남과학기술대학교 산림자원학과

Distribution and Characteristics on Water Level Change and *Salix subfragilis* Community Formation in Namgang-dam*

Jung, Hea Reyn¹⁾ · Kim, Ki Heung²⁾ · Park, Jae Hyeon³⁾ and Lee, Suk Bae²⁾

¹⁾ Dept. Civil Eng., Graduate School of Gyeongnam National University of Science and Technology,

²⁾ Dept. Civil Eng., Gyeongnam National University of Science and Technology,

³⁾ Dept. of Forest Resources, Gyeongnam National University of Science and Technology.

ABSTRACT

The present Namgang Dam had been completed in 2000, *Salix subfragilis* communities began to form in 2003 and their distribution area have been rapidly extended into nine times in 2010. In order to deduce correlation between water level and distribution of *Salix subfragilis* communities under this background in Namgang-dam reservoir, distribution characteristics and widening direction of *Salix subfragilis* communities have been analyzed by aerial photographs and water levels has been reviewed, also heights and ages of *Salix subfragilis* have been surveyed in field. The water levels of Namgang-dam related germination of *Salix subfragilis* have been analyzed in May and June from 2000 to 2010, mean water level, minimum water level and maximum water level were 37.87m, 36.99m and 38.82m, respectively. The oldest ages were 9-13

* 본 연구는 2011년 한국수자원공사 연구비 및 경남과학기술대학교 기성회 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

First author : Jung, Hea Reyn, Dept. of Civil Engineering, Graduate School of Gyeongnam National University of Science and Technology, 33, Dongjinro, Jinju, Gyeongnam 660-758, Korea,
Tel : +82-55-751-3294, E-mail : mymi69@lycos.co.kr

Corresponding author : Kim, Ki Heung, Dept. of Civil Engineering, Gyeongnam National University of Science and Technology, 33, Dongjinro Jinju, Gyeongnam 660-758, Korea,
Tel : +82-55-751-3294, E-mail : khkim@gntech.ac.kr

Received : 6 August, 2013. **Revised** : 22 October, 2013. **Accepted** : 29 November, 2013.

years, average diameters of breast height, average heights, average numbers and average crown area were respectively 3.9-8.8cm, 3.8-7.5m, 0.53/m² and 0.98m²/m² in sites. Therefore, this results showed that the first recruitment of *Salix subfragilis* was in May 2002 when water levels have been maintained as 38.76-41.31m and the widening of *Salix subfragilis* communities was in May 2004 and 2005 when mean minimum water levels have been maintained as 38.76-41.31m. *Salix subfragilis* communities formed climax forest in Namgang-dam shore, this phenomena were different from the succession processes of *Salix* in rivers appeared landforming by deposition of sediment.

Key Words : Reservoir, Distribution characteristics, Widening direction, Climax forest, Succession.

I. 서 론

우리나라에서 대부분의 다목적댐은 하천 상류의 산지 협곡부에 위치하여 댐 높이가 높고 댐운영 수위의 편차가 크기 때문에 반복적으로 갈수기에는 나지상태로 노출되고 홍수기 이후에는 장기간 침수되어 상시만수위 아래 비탈면에 식생이 이입되지 못하고 있다. 그러나 남강댐은 평지에 위치하여 댐 높이가 낮고 댐운영 수위의 편차가 작기 때문에 상시만수위 아래 완경사 비탈면이 갈수기인 3월부터 5월 사이에 장기간 노출되어 5월 전후에 발아하는 식생 특히, 선버들이 대규모로 이입, 성장하여 대규모 군락을 형성하고 있으며, 대부분은 선버들 군락이다.

일반적으로 하천변에서의 선버들 군락 분포는 하상 퇴적지의 높이에 따라 4단계로 구분된다. 즉, 습지에 선버들과 버드나무가 정착하는 제 1단계, 약간 육상화가 진행된 곳에 선버들과 버드나무가 공존하는 제 2단계, 퇴적이 진행되어 지하수위가 낮아짐에 따라 선버들이 서서히 고사하고 버드나무가 우점하기 시작하는 제 3단계, 지하수위가 제 3단계의 두 배로 낮아지고 선버들은 거의 사라지며 버드나무가 극상림을 이루는 제 4단계 등이다(Lee *et al.*, 2000). 그러나, 남강댐에서는 용수공급을 위한

수위조절에 따른 영향으로 퇴적지의 지하수위는 일정하게 변화하지 않기 때문에 선버들은 버드나무와의 경쟁에서 고사하지 않고, 오히려 군락의 규모가 확장되는 등 하천의 선버들 천이과정과 다른 모습을 나타내고 있다.

남강댐 호소내에 우점종으로 분포하는 선버들(*Salix nipponica*)은 하변형으로 주로 습기가 많은 곳에 분포하는 데 가볍고 작은 종자를 많이 생산하고, 줄기 아래 부위에서 많은 가지를 내어 침수에 높은 내성을 가지는 관목 또는 아교목이다(Argus 1986; Clapham *et al.*, 1987; Niiyama, 1995).

아주 잔모래와 점토의 함량이 높아 함수량이 높고 해탈고도가 낮은 곳에 분포하고 있다(Lee *et al.*, 2001). 선버들은 자웅이주로서 종자의 크기가 작고 무게는 평균 0.04mg에 불과하지만 그 숫자가 엄청나며, 종자의 발아율은 명조건 47%, 암조건 36%이었고, 침수조건에서도 발아하여 14일까지 생존하는 것으로 보고된 바 있다(Lee, 2006). 또한 선버들은 발아 후 2~3년 사이에 생장이 가장 왕성하고 생식시기가 대단히 빨라 2년생인 개체도 개화하며, 수령 11년 이상에서는 길이의 생장은 거의 중지되고 부피 성장만이 이루어지므로 수령은 수고 보다는 기저 직경과의 상관관계가 더 높다(Lee *et al.*, 2002).

평지에 건설된 남강댐은 이러한 선버들의 성장특성 때문에 2000년 남강댐 보강사업 완료 직후인 2003년에 선버들 군락이 형성되기 시작하여 그 분포면적이 약 123,430m² 이었으나 2010년에는 1,059,370m² 으로 급속하게 확대되고 있는 데, 그 원인은 선버들이 다른 종에 비해 발아율이 다소 낮음에도 불구하고 생산되는 종자의 수가 많기 때문인 것으로 생각된다.

일본의 三春댐의 경우 시험담수 결과 댐 건설사업 전에 분포하던 밤나무, 졸참나무, 산벚나무, 옻나무 등은 뿌리가 53일 이상 물에 잠긴 경우 대부분 고사하였으나 37일 이하에서는 살아남았고, 상시만수위 부근의 환경사 측면에 선버들과 족제비싸리 군락과 흰버들 및 개수양버들 개체들이 출현하였다. 댐 상류 유입부에서는 시험 담수전인 1995년에 비하여 담수 후 4년이 경과한 2001년에 선버들 군락의 면적이 2.5배 증가하였다(Kazuhiro *et. al.*, 2003). 또한, 댐 운영 후 30년 정도 경과한 江川댐의 경우 버드나무(*Salix pierotii*)만 연평균 66일 관수(冠水)하는 범위에 분포하는 데 관수 시 수심은 1m 정도로 조사되었으며, 부정근을 가지는 버드나무의 특성상 관수 및 토사 퇴적에 대해서도 강하기 때문에 저수지에서도 적용할 수 있다(淺見和弘·丸谷成, 2007).

일반적으로 댐호수 내에 생육하는 선버들 군락은 경관적인 역할, 토사붕괴 방지, 생태계 보호, 육상동물이 수면에 접근할 때 서식처·은신처 및 저수지내 수생동물의 은신처를 제공하고 특히, 수중의 부정근은 잉어과 어류 산란장의 공급 등 여러 가지 장점이 있다. 그러나 대규모로 형성된 버들 군락으로부터 발생하는 다량의 낙엽과 그 부산물로 인하여 부영양화를 야기함으로써 갈수기에 댐호수 수질을 악화시킬 뿐만 아니라 자기숙음질(self-thinning)에 의해 고사한 선버들의 유목으로 인하여 댐 운영에 많은 애로를 초래하기 때문에 벌채 등의

관리도 필요하다(谷田一三·村上哲生, 2010). 이러한 문제 때문에 서부경남의 상수원인 남강댐 수질보전 및 유목억제를 위한 대안을 마련하는 것이 지역사회의 중요한 과제로 대두되고 있다.

본 연구에서는 이와 같은 배경을 고려하여 남강댐 호소 일원의 선버들 군락의 분포특성, 남강댐의 운영수위, 항공사진에 의한 선버들 군락의 확장 방향, 선버들의 수령 및 수고 등의 조건을 조사·분석하고 남강댐 운영수위와 선버들 군락 분포특성과의 상관관계를 도출하여 향후의 수질보전, 생태계 보전 및 유목제어 등을 고려한 남강댐 저수지 관리의 기초자료를 제시하고자 하였다.

II. 연구범위 및 방법

1. 연구범위

연구대상지인 남강댐은 남덕유산에서 발원된 남강과 지리산에서 발원된 덕천강이 합류하여 서부경남의 젓줄인 진양호를 이루는 곳에 위치하고 있다. 남강댐은 1989년 11월에 남강댐보강 공사를 착공하여 1999년 12월에 준공하였고, 2000년 6월부터 본격적으로 담수를 시작하여 현재까지 이르고 있다. 1969년에 준공된 남강다목적댐은 비우기 제한수위 38.5m(저수면적: 24.36km²), 계획홍수위 40.5m(저수면적: 26.87km²)이었으나 2000년에 준공된 현재의 남강다목적댐은 상시만수위 41.0m(저수면적: 27.56km²), 계획홍수위 46.0m(저수면적: 34.19km²)로서 상시만수위기준으로 수위가 2.5m 더 높아짐에 따라 저수면적은 약 3.20km² 더 넓어졌다.

연구대상지는 Figure 1에 나타낸 바와 같이 행정구역은 경남 진주시, 사천시, 하동군 및 산청군의 7개 동·면으로 구성되어 있고, 유입하천은 남강, 덕천강, 오미천, 완사천 및 내촌천 등이며 유입하천별로 연구대상 지구는 상촌지

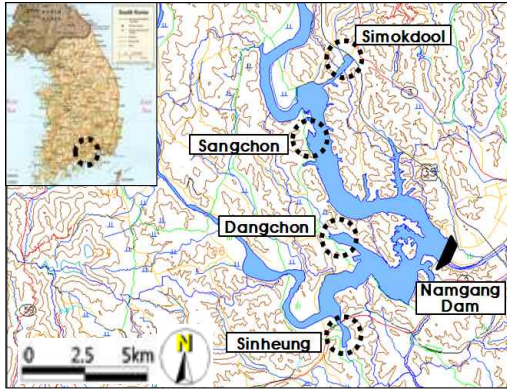


Figure 1. Location map of study area.

구(남강), 신흥지구(완사천), 시목들지구(오미천) 및 당촌지구(내촌천)의 4개 지구이다.

2. 연구방법

본 연구에서는 현재 선버들 군락 형성의 직접적 요인이라 판단되는 댐운영 수위와 선버들 군락지 지반고의 상호관계를 분석하기 위하여 2000년 1월부터 2010년 12월까지 11개년의 남강댐 운영수위 자료를 분석하였으며, 특히, 선버들의 종자 산포시기인 5월과 6월의 월최고수위, 월평균수위 및 월최저수위를 분석하였다.

선버들 이입 전후의 시간 경과에 따른 주요 지구별 선버들 군락의 형성과정 및 확장 방향성을 규명하기 위하여 4개의 조사대상 지구를 지정하고 수치지형도, 남강댐 건설 전후인 1979년, 2003년 2010년의 항공사진 및 2012년 4월 1일부터 4월 30일까지 수행한 수심측량에 의하여 작성한 지형도 및 토지이용 현황을 이용하여 각 지구별 지형도 및 토지이용도를 작성하였다. 작성된 각 지구별 지형도 및 토지이용도를 기준으로 표고 45m 이하 면적에 대하여 선버들 군락의 이입 및 경년적 확장 경향 등을 조사·분석하였다. 또한, 선버들의 이입시점을 파악하기 위하여 4개 대상지역에 10m×10m 크기의 방형구를 3개소씩 총 12개소

에 설치하여 선버들의 밀도, 수관면적, 수고, 흉고직경 및 수령을 조사, 분석하였다. 밀도는 선버들 군락이 대규모이므로 각 지구별 3개의 방형구 밀도를 평균하여 m^2 당으로 표기하였으며, 수령조사는 각 조사구에서 직경이 다양하여 성장주와 절단에 의한 나이테 측정방법을 혼용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 남강댐 운영수위

현재 선버들 군락의 형성과 댐운영 수위의 상관관계를 분석하기 위하여 2000년 1월~2010년 12월까지 11개년의 댐수문자료를 분석 결과 Figure 2와 같이 월별평균최고수위 34.12~45.20m, 월별평균최저수위 33.15~41.04m, 월별평균수위 33.81~41.26m로 나타났다. 특히, 월별평균수위의 경우 2003년 이후에는 35.0m를 이하로 유지된 경우가 없는 것으로 나타났다.

선버들의 발아와 관련되는 5월과 6월의 평균수위는 37.87m, 최저평균수위 36.99m 및 최고평균수위 38.82m로서 그 결과는 Figure 3과 같다. 선버들 발아기인 5월과 6월의 수위가 약 37~39m를 유지한 것으로 나타났으며, 2002년 5월의 최저수위 38.76m가 최초의 대규모 선버들 종자 이입과 관련이 있는 것으로 생각된다.

2. 선버들 군락의 분포 현황

남강댐 선버들의 우점종인 선버들은 3월 중순~4월말에 개화하여 5월 초순에서 중순에 걸쳐 종자가 산포되고, 이때 종자가 습한 땅에 떨어지면 곧바로 발아하여 생장을 시작하며, 첫 번째 겨울을 지나는 동안 정단 분열 조직이 죽고, 그 이듬해 봄에는 가장 가까운 측생 분열 조직으로부터 영양 생장이 다시 시작되는 가축 생장(symptodial growth)이 이루어진다. 또한, 발아 후 2~3년 사이에 수고와 기저 직경

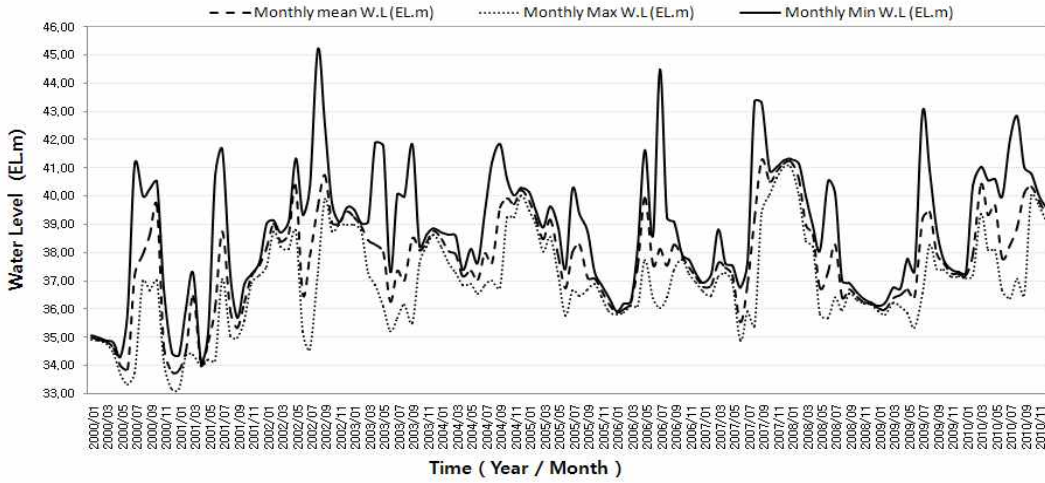


Figure 2. Hydrograph in Namgang-dam(2000. Jan. ~ 2010. Dec.) (<http://www.wamis.go.kr>).

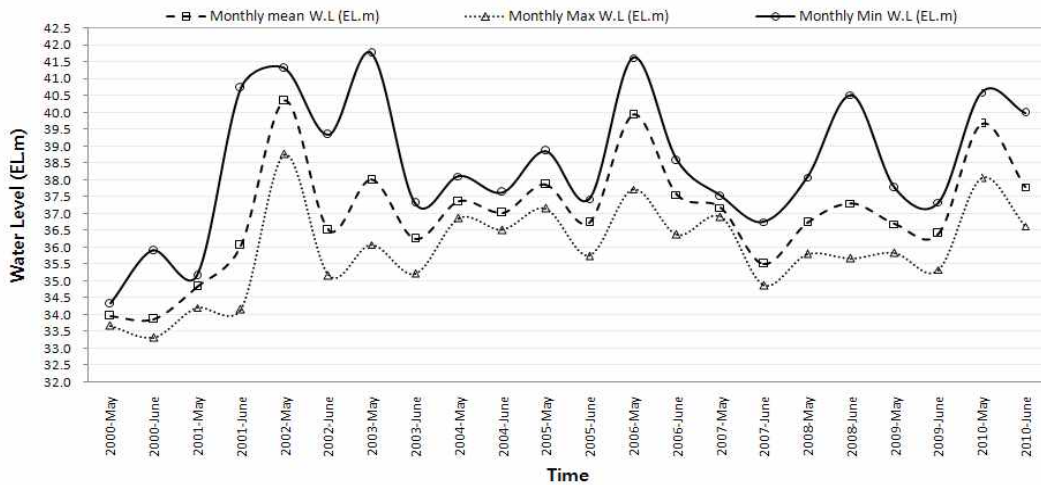


Figure 3. Hydrograph in Namgang-dam(May and June)(<http://www.wamis.go.kr>).

의 생장이 가장 왕성하게 이루어지므로 선버들이 이입되면 단기간 내에 그 분포면적이 급속히 확장된다. 따라서 남강댐에서 선버들이 급속히 그 세력을 확장하는 원인은 2002년 5월 선버들 발아기에 남강댐 수위가 39~41m 범위로 유지되면서 1차적으로 저수지 연안 사면에 이입하기 시작하여 그 세력을 확장하고 있는 것으로 생각된다.

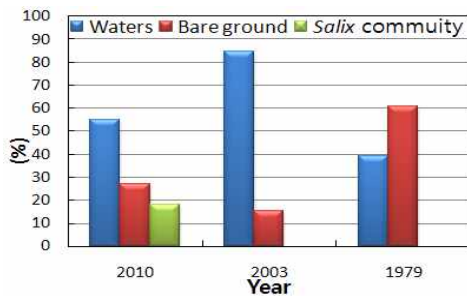
선버들 이입 전후의 시간 경과에 따른 선버

들 군락의 형성과정 및 확장 방향성을 파악하기 위하여 선버들 군락이 형성된 주요 4개 지구별 분포 면적, 댐운영 수위와 선버들 군락지의 지형을 조사, 분석하였으며, 항공사진 및 지형도를 이용하여 지구별 선버들 군락지의 경년별 분포 면적변화를 조사한 결과를 Table 1 및 Figure 4에 나타내었다.

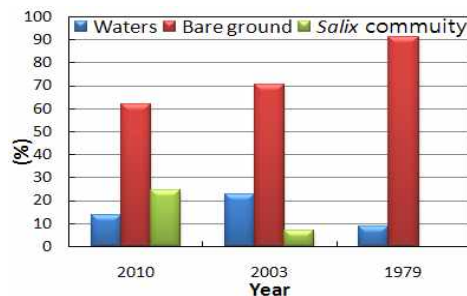
(구)남강댐 운영기간인 1979년에는 모든 조사 지구에서 선버들 군락지가 없었으나, 2003

Table 1. Area changes of *Salix nipponica* communities in sites.

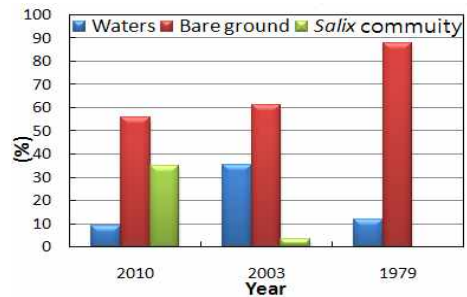
Site	Year	2010		2003		1979	
		Area(m ²)	Rate(%)	Area(m ²)	Rate(%)	Area(m ²)	Rate(%)
Sangchon	Total area (%)	2,094,694	100.0	2,094,694	100.0	2,094,694	100.0
	Water area (%)	1,126,040	53.8	1,731,670	82.7	798,420	38.1
	Bare area (%)	599,114	28.6	363,024	17.3	1,296,274	61.9
	<i>Salix</i> area (%)	369,540	17.6	-	0.0	-	0.0
Sinheung	Total area (%)	1,427,732	100.0	1,427,732	100.0	1,427,732	100.0
	Water area (%)	192,640	13.5	322,820	22.6	123,600	8.7
	Bare area (%)	886,622	62.1	1,005,452	70.4	1,304,132	91.3
	<i>Salix</i> area (%)	348,470	24.4	99,460	7.0	-	0.0
Simokdool	Total area (%)	547,492	100.0	547,492	100.0	547,492	100.0
	Water area (%)	47,580	8.7	186,290	34.0	62,710	11.5
	Bare area (%)	315,402	57.6	343,712	62.8	484,782	88.5
	<i>Salix</i> area (%)	184,510	33.7	17,490	3.2	-	0.0
Dangchon	Total area (%)	496,181	100.0	496,181	100.0	496,181	100.0
	Water area (%)	33,650	6.8	59,780	12.0	44,850	9.0
	Bare area (%)	367,521	74.1	436,401	88.0	451,331	91.0
	<i>Salix</i> area (%)	95,010	19.1	-	0.0	-	0.0



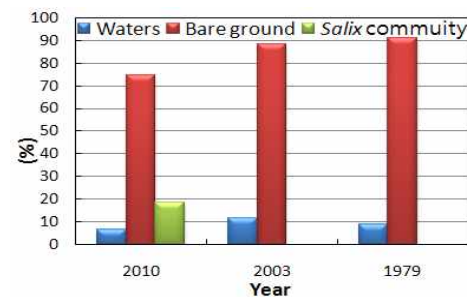
(a) Sangchon



(b) Sinheung



(c) Simokdool



(d) Dangchon

Figure 4. Area changes of land uses in sites.

년에는 신흥지구 및 시목들 지구에 선버들 군락이 형성되었고, 2010년에는 모든 조사 지구에 선버들 군락이 형성되어 그 세력을 확장하고 있는 것으로 분석되었다. 특히, 2003년부터 2010년까지 최근 7년 사이에 선버들 분포면적을 분석한 결과, 신흥지구의 경우 약 3.5배, 시목들 지구의 경우 약 10배로 선버들 군락면적이 급속하게 확장되었다. 이와 같이 선버들 군락이 급속하게 확장되는 이유는 수온 및 저토 환경(토양, 수분) 등의 조건이 갖추어지면 24시간 내에 발아하는 선버들의 특성 때문인 것으로 생각된다.

2012년 4월 남강댐 유역의 4개 조사대상지역에서 식생조사를 실시한 결과, 이들 지역에서 가장 많이 출현한 수종은 선버들이었으며, 전체 조사구(4대상유역x3개 조사구=12개 조사구)에서 선버들을 제외한 수종은 왕버들이 2개 체이었다. Table 2는 각 조사대상지역에서의 임황조사 결과이다.

상촌지구 선버들 군락은 평균본수 0.44본/m², 평균흉고직경 4.6cm, 평균수고 4.5m, 최고수령 7~9년이었다. 신흥지구의 선버들 군락은 평균본수 0.85본/ha, 평균흉고직경 3.9cm, 평균수고 3.8m, 최고수령 5~11년으로 나타났는데, 이는

1~2년생의 버드나무류가 뻗뻗하게 성장하는데 기인한 결과로 생각된다. 시목들지구 선버들 군락은 평균본수 0.54본/m², 평균직경 7.6cm, 평균수고 7.5m, 최고수령 9~13년으로 다른 지역에서보다는 흉고직경과 수고생장이 왕성하였으며 밀도가 높은 현황이었다. 당촌지구 선버들 군락은 평균본수 0.29본/m², 평균흉고직경 8.8cm, 평균수고 4.9m, 최고수령 10~13년으로서 비교적 큰 나무들로 인해 평균본수가 작아 다른 조사대상 지역보다는 가장 낮은 밀도를 나타내었으며, 이러한 정도의 평균본수도 밀도가 높은 편이었다. 즉, 조사대상지의 4개 지구 전체의 평균본수는 0.53본/m²로 조사대상지역 모두 밀도관리가 시급하다는 것을 나타내고 있다. 평균수관면적(m²/m²)은 4개 조사대상 지구에서 시목들지구가 1.4m²/m²로 가장 넓었으며, 가장 적은 지역은 신흥지구(완사천)로 0.66m²/m²이었다. 4개 조사대상지역의 평균수관면적을 다시 평균한 결과는 0.98m²/m²로 남강댐 유역에서 버드나무류의 수관이 차지하는 면적은 단위면적을 거의 차지하는 것으로 나타났으며, 현재 남강댐 유역의 수변에서 성장하고 있는 선버들은 거의 뻗뻗하게 겹쳐 자라는 형태를 나타내고 있었다.

Table 2. Results of forest investigation in sites(April, 2012).

Area	Location	Major species	Average numbers (N/m ²)	Average DBH (cm)	Average height (m)	Average volume (m ³ /m ²)	Average crown area (m ² /m ²)
Sangchon	N35° 13'37" ~ 35° 13'40" E 127° 57'32"	(<i>Salix nipponica</i> Franch. et Savat.)	0.44	4.6	4.5	0.0020	0.86
Sinheung	N35° 7'39" E 127° 59'7"	(<i>Salix nipponica</i> Franch. et Savat.)	0.85	3.9	3.8	0.0054	0.66
Simokdool	N35° 15'10" ~ 35° 15'58" E 127° 59'10"	(<i>Salix nipponica</i> Franch. et Savat.)	0.54	7.6	7.5	0.0102	1.40
Dangchon	N35° 10'1" ~ 35° 10'2" E 127° 59'19"	(<i>Salix nipponica</i> Franch. et Savat.)	0.29	8.8	4.9	0.0060	1.00
Average	-	(<i>Salix nipponica</i> Franch. et Savat.)	0.53	6.3	5.2	0.0059	0.98

일본의 三春댐의 경우 대한 선버들 수령이 8-10년 정도인 성목 군락에서의 수목밀도는 0.2~0.6본/m², 수령이 5년 미만인 군락에서의 수목밀도는 0.9~1.8본/m²로 나타났으며(中村 祐太 · 大山恭平, 2011), 남강댐의 경우도 각 지구마다 차이는 있지만 이와 유사한 경향을 나타내고 있었다.

각 지구별 3개 조사구에 대한 수령을 분석한 결과, 상촌지구의 표고 39m 구역에서 최고수령은 9년, 신흥지구의 표고 40m 구역에서는 11년, 시목들지구 및 당촌지구의 표고 39m 구역은 13년으로 나타났다. 상촌지구의 최고수령이 다른 지구에 비하여 수령이 적은 이유는 남강댐 보강공사시 골재채취로 인한 지반교란에 기인한 것으로 생각되며, 다른 3개 지구는 농경지 그대로 보전되었기 때문에 수령이 상촌지구보다 많은 것으로 추정된다. 따라서, 남강댐 선버들 군락은 7~13년 전부터 형성되기 시작했다는 것을 알 수 있었다.

3. 남강댐 운영수위와 선버들 군락 분포의 상관관계

본 연구에서는 남강댐 저수지내에서 선버들 군락이 과다하게 분포하고 있는 4개 대상지구에 대한 분석결과, 선버들 군락이 주로 분포하는 표고는 37~40m이지만 지구별로 다소 차이

를 보이고 있었다. Table 3은 각 지구의 표고별 면적비율을 나타낸 것으로서 각 지구별로 37~40m 의 면적은 상촌지구 약 22%. 신흥지구 약 22%, 시목들지구 약 41%, 당촌지구 41%로서 전체적으로 평균 22%로 나타났으며, 특히 대규모 선버들 군락이 형성되어 있는 신흥지구는 표고 40~41m 지역도 19%를 차지하고 있었다.

Figure 5~Figure 8은 남강댐 저수지내의 4개 주요 조사지구별 지형도, 항공사진, 단면도(현장사진) 및 토지이용도 변화를 나타낸 것이며, No.는 수심측량 단면위치를 표기한 것이다. 각 지구별로 Table 1~Table 3과 Figure 5~Figure 8을 요약 정리하면 다음과 같다.

상촌지구의 경우, 선버들이 분포하는 범위는 Figure 5의 (a)의 지형도 및 (c)의 횡단도에 나타난 바와 같이 표고 37.0m~40.0m가 대부분이었으며, 항공사진을 이용한 토지이용도 분석결과 2003년까지 나타나지 않았으나 2010년에 17.6%의 대규모 선버들 군락이 나타났다. 이러한 결과는 선버들의 종자 산포 및 발아시기(5월)와 댐운영 수위관계에서 추정된 결과 2002년 5월의 평균수위가 40.31m일 때 비교적 높은 평지에 대규모로 이입하였고, 2004년 5월의 최고수위 37.36m일 때 최초이입 선버들에서

Table 3. Areas of altitudes on sites(2012).

Alti. (EL.m)	Sangchon		Sinheung		Simokdool		Dangchon		Total	
	Area(m ²)	(%)	Area(m ²)	(%)	Area(m ²)	(%)	Area(m ²)	(%)	Area(m ²)	(%)
35>	913,939	43.6	16,298	1.1	0	0	0	0	1,972,497	31.93
35~36	291,698	13.9	148,789	10.4	0	0	0	0	659,725	10.68
36~37	355,263	17.0	75,714	5.3	64,716	11.8	0	0	565,708	9.16
37~38	178,106	8.5	56,381	3.9	65,339	11.9	45,802	9.2	386,900	6.26
38~39	206,754	9.9	101,352	7.1	108,519	19.8	101,827	20.5	579,947	9.39
39~40	72,085	3.4	156,080	10.9	52,399	9.6	55,980	11.3	401,040	6.49
40~41	28,635	1.4	271,682	19.0	43,353	7.9	86,802	17.5	484,061	7.83
41~45	48,214	2.3	601,436	42.1	213,166	38.9	205,770	41.5	1,128,351	18.26
계	2,094,694	100	1,427,732	100	547,492	100	496,181	100	6,178,229	100.00

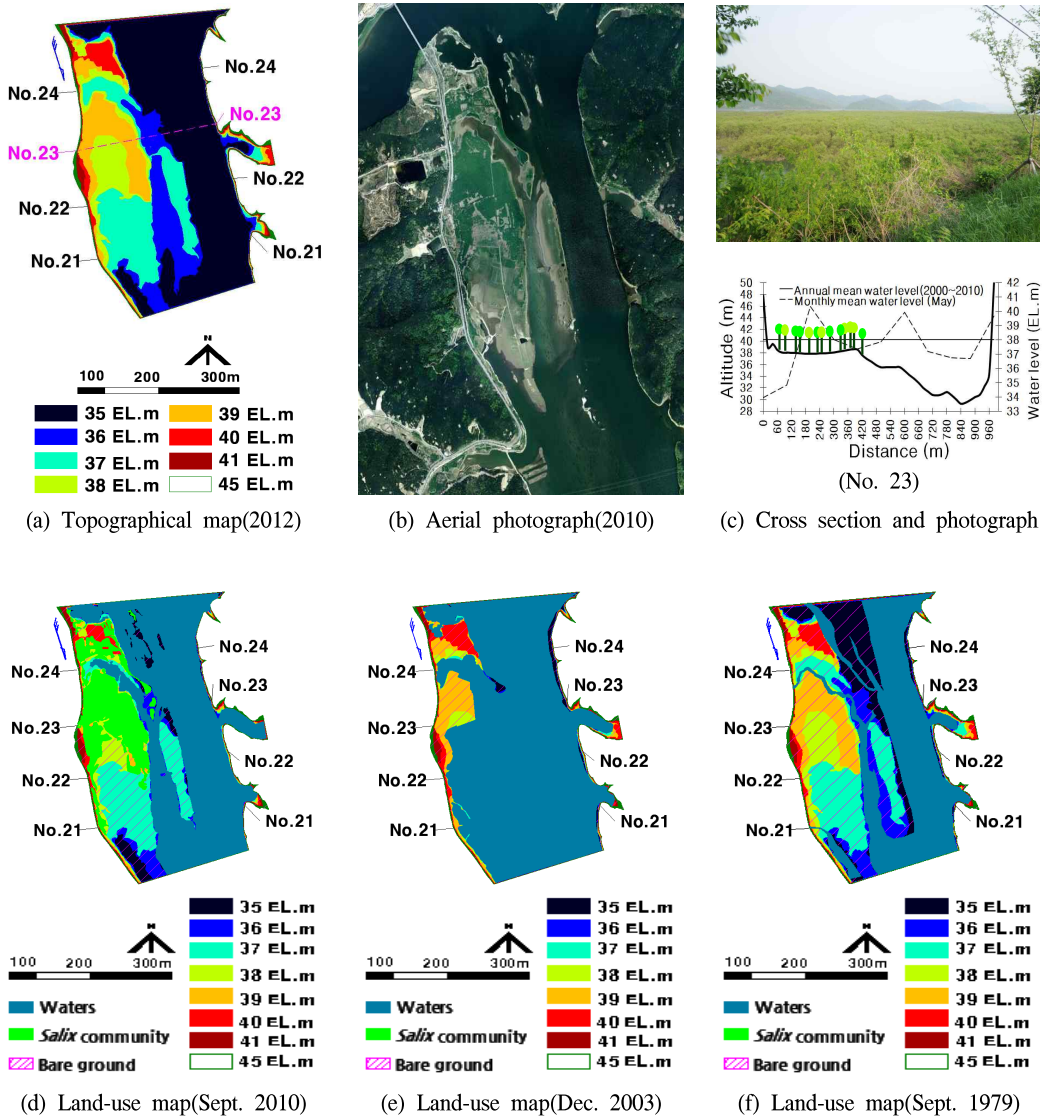


Figure 5. Land-use map and topographical maps on Sangchon area(<http://air.ngii.go.kr>).

낙과한 씨앗이 대부분의 평지에 이입, 정착하여 현재의 군락을 형성한 것으로 판단된다. 이러한 결과는 상촌지구의 선버들 최고 수령이 7~9년이라는 조사결과와도 일치하였다. 또한, 상촌지구는 남강분류 만곡부의 고정사주부로서 홍수시 주로 유기물을 포함하는 세립토 퇴적이 반복되고 또한 계절변화에 따라 선버들의 낙엽침적이 반복되면서 성장할 수 있는 조

건이 좋아지기 때문에 계속 대규모 군락을 유지할 것으로 생각된다.

신홍지구의 경우, 선버들이 분포하는 범위는 Figure 6의 (a)의 지형도 및 (c)의 횡단도에 나타낸 바와 같이 표고 38.0m~41.0m가 대부분이며, 항공사진을 이용한 토지이용도 분석결과 2003년에 표고 40.0m~41.0m 사이의 과거 농경지에 조사대상 전체 면적의 7% 정도 선버들

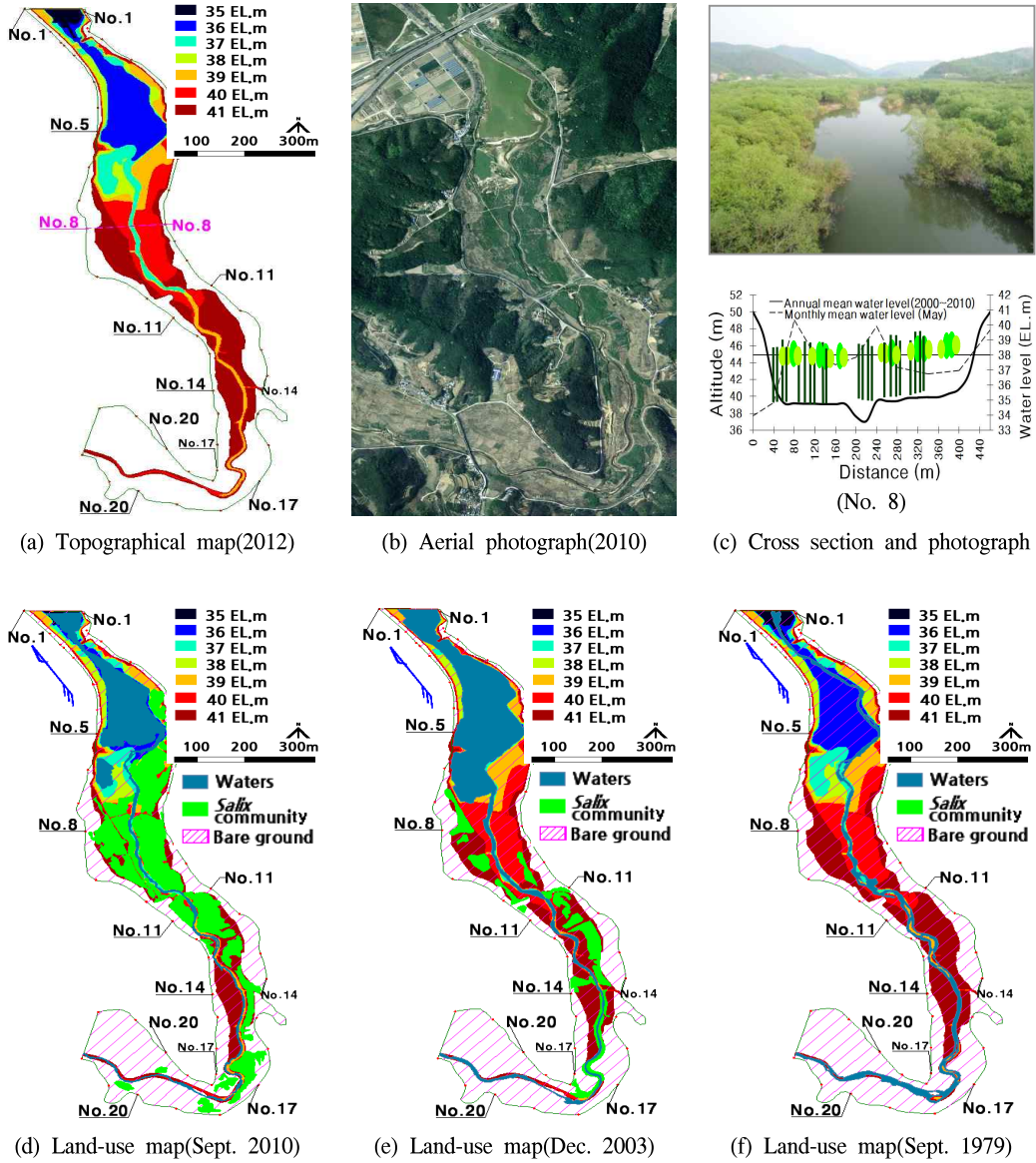


Figure 6. Land-use map and topographical maps on Sinheung area(<http://air.ngii.go.kr>).

군락이 형성되었으나 2010년에 3.5배 정도 증가한 24.4%로 급격하게 나타났다. 이러한 결과는 선버들의 종자 산포 및 발아시기(5월)와 댐 운영 수위관계에서 추정된 결과 2002년 5월의 평균수위가 40.31m일 때 비교적 낮은 평지인 표고 39.0m~40.0m에 대규모로 이입하였고, 그 이후 성목에서 낙과한 씨앗이 대부분의 평

지에 이입, 정착하여 현재의 군락을 형성한 것으로 판단된다. 이러한 결과는 신흥지구의 선버들 최고 수령이 5~9년이라는 조사결과와도 일치하며, 수령 2~3년의 어린 유목의 밀도가 높은 것과는 일치한다. 또한, 신흥지구는 완사천 상류부에 선버들 군락이 형성되어 있어 흐름 및 바람에 의하여 계속적으로 선버들 분포

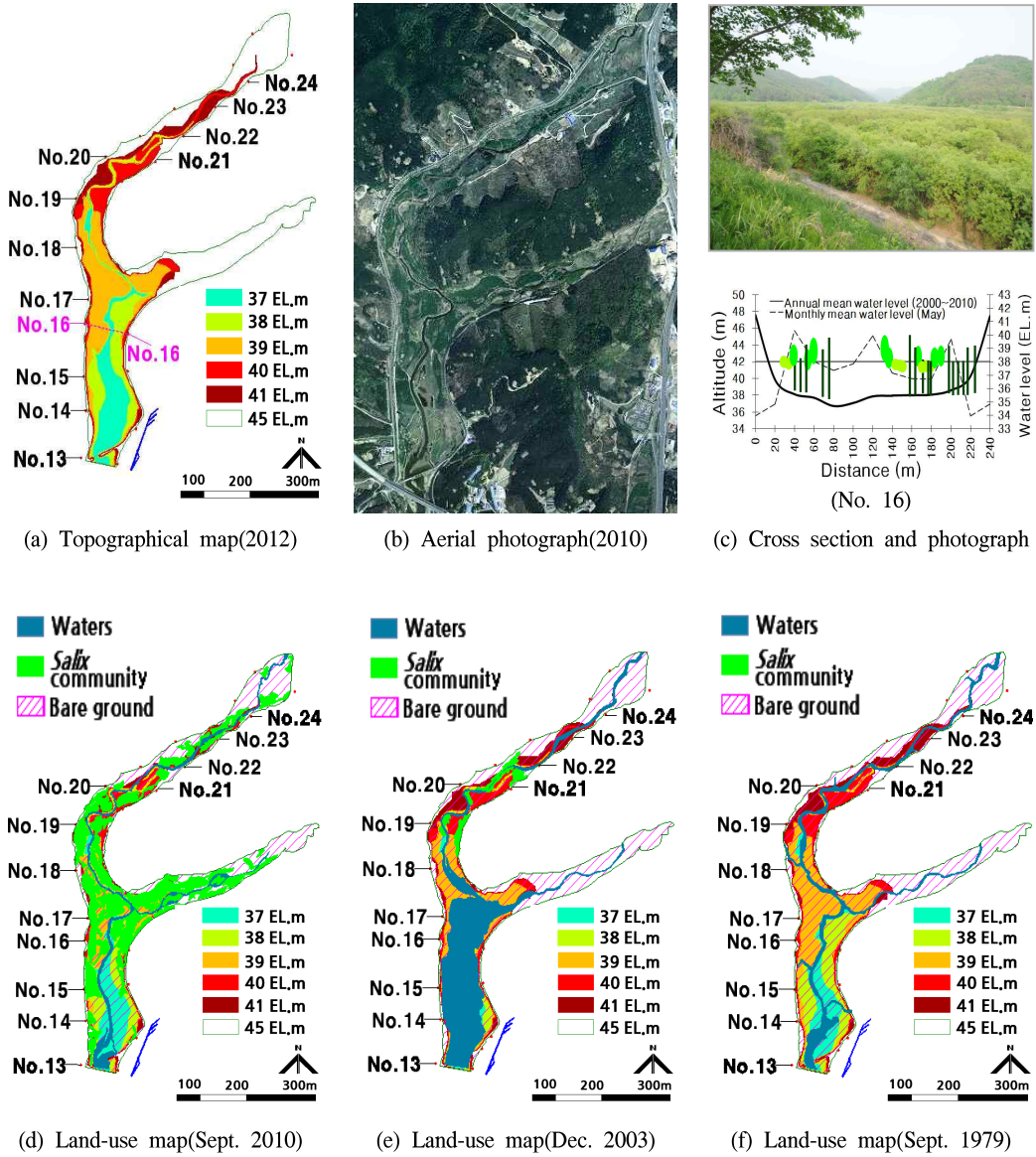


Figure 7. Land-use map and topographical maps on Simogdool area(<http://air.ngii.go.kr>).

면적이 증가할 것으로 생각된다.

시목들지구의 경우, 선버들이 분포하는 범위는 Figure 7의 (a)의 지형도 및 (c)의 횡단도에 나타낸 바와 같이 표고 38.0m~41.0m가 대부분이며, 항공사진을 이용한 토지이용도 분석결과 2003년에 표고 40.0m~41.0m 사이의 과거 농경지에 조사대상 전체 면적의 3.2% 정도 선

버들 군락이 형성되었으나 2010년에 10배 정도 증가한 33.7%로 급격하게 나타났다. 이러한 결과는 선버들의 종자 산포 및 발아시기(5월)와 댐운영 수위관계에서 추정된 결과 2002년 5월의 평균수위가 40.31m일 때 비교적 낮은 평지인 표고 38.0m~40.0m에 대규모로 이입하였고, 그 이후 성목에서 낙과한 씨앗이 대부분

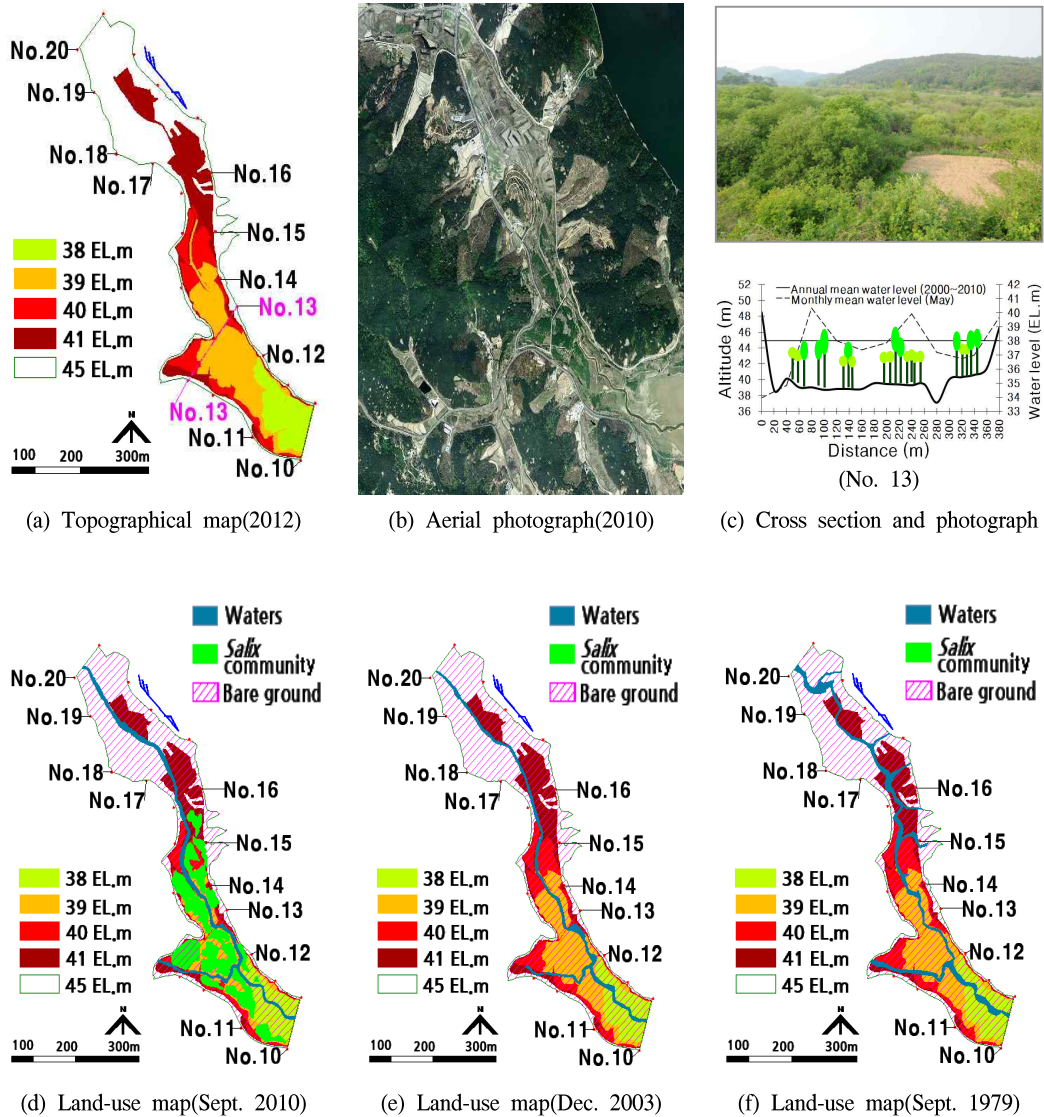


Figure 8. Land-use map and topographical maps on Dangchon area(<http://air.ngii.go.kr>).

의 평지에 이입, 정착하여 현재의 군락을 형성한 것으로 판단된다. 이러한 결과는 시목들지구의 선버들 최고 수령이 9~13년이라는 조사 결과와도 일치한다.

당촌지구의 경우, 선버들이 분포하는 범위는 Figure 8의 (a)의 지형도 및 (c)의 횡단도에 나타난 바와 같이 표고 39.0m~40.0m가 대부분이며, 항공사진을 이용한 토지이용도 분석결과

2003년에는 선버들 군락이 형성되지 않았으나 2010년에 19.1%로 급격하게 나타났다. 이러한 결과는 선버들의 종자 산포 및 발아시기(5월)와 댐운영 수위관계에서 추정된 결과 2002년 5월의 평균수위가 40.31m일 때 비교적 낮은 평지인 표고 39.0m~40.0m에 대규모로 이입하였고, 그 이후 성목에서 낙과한 씨앗이 대부분의 평지에 이입, 정착하여 현재의 군락을 형성

한 것으로 판단된다. 이러한 결과는 당촌지구의 선버들 최고 수령이 10~13년이라는 조사 결과와도 일치한다.

1989년에 착공하여 2000년에 준공된 남강댐 보강사업으로 기존의 농경지가 대규모 수몰지로 편입됨에 따라 저수로 양안의 표고 37.0~41.0m인 농경지에 선버들 군락이 광범위하게 분포하고 있었다. 남강댐 저수지 내의 4개 지구의 선버들 분포는 남강댐 보강사업 이전부터 제방부 및 편입 농경지의 주변에 일부 분포하던 선버들 군락이 2002년의 남강댐 운영수위(상시만수위: 41.0m)의 상승에 따라 세력을 확장하고 있는 것으로 생각된다. 왜냐하면 Figure 3에 나타낸 바와 같이 선버들 발아와 관련된 2002년 5월의 남강댐 평균수위 40.31m로부터 6월 36.5m까지 수위가 저하하였으며, 현재 비교적 낮은 평지인 표고 37.0m~40.0m에 대규모로 이입한 각 지구별 선버들 최고수령이 9~13년인 결과와 일치하기 때문이다.

따라서 남강댐 저수지 내에 형성된 선버들 군락은 2002년에 이입되어 대규모 군락을 형성할 수 있는 기반이 마련되었고, 2003년부터 2005년 5월의 발아기 때에 본격적으로 그 세력이 확장된 것으로 생각된다. 이러한 현상은 계곡형인 우리나라의 대부분 댐과는 다른 평지형인 남강댐에서만 나타날 수 있는 특이한 현상이다.

4. 남강댐 선버들 군락의 문제점

남강댐 저수지 내의 선버들 군락은 경관적인 역할, 토사붕괴 방지, 생태계 보호, 육상동물이 수변에 접근할 때 서식처·은신처 및 저수지내 수생동물의 은신처를 제공하고 특히, 수중의 부정근은 잉어과 어류 산란장의 공급 등 여러 가지 장점이 있다.

그러나 완사천(신흥지구), 오미천(시목지구) 및 내촌천(당촌지구)의 대규모 선버들 군락에 걸린 부유물은 홍수시 흐름을 방해하여 하천

수위를 증가시킴으로써 제방일류의 위험과 내수배제 불량을 초래하고 있으며, 홍수시 유속을 저하시켜 미세 토사퇴적을 유발함으로써 선버들이 이입, 정착할 수 있는 환경을 조성하여 지속적으로 군락 형성을 유도하고 있다.

특히, 다량으로 발생하는 낙엽과 고사목은 그 부산물로 인하여 부영양화를 야기함으로써 갈수기에 댐호수 수질을 악화시킬 뿐만 아니라 자기숙음질(self-thinning)에 의해 고사한 선버들의 유목으로 인하여 댐 운영에 많은 애로를 야기하고 있으며, 봄철의 종모가 대규모로 날려 안과 및 호흡기 질환을 유발함으로써 지속적인 민원을 초래하고 있다. 또한, 선버들 군락은 저수지를 시각적으로 차폐하여 불법어구가 성행하고 있으며, 불법으로 설치된 어구에 수달이 걸려 폐사하는 문제점도 발생하고 있다.

남강댐 주변에는 법적 보호종인 참수리, 붉은배새매, 황조롱이 및 수달 등이 서식하고 있으므로 이들의 서식에 필요한 먹이사슬을 유지하기 위한 대책도 필요하다.

남강댐 저수지 내의 선버들 군락은 여러 가지 순기능도 있지만, 그에 따른 역기능도 있기 때문에 생태계 보전, 수질관리, 홍수피해 경감 및 댐운영을 고려한 적절한 수준의 대책이 필요하다.

IV. 결 론

본 연구에서는 남강댐 저수지내의 선버들 군락 분포현황 및 특성을 조사, 분석하였으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 선버들의 발아와 관련되는 5월의 남강댐 평균수위는 37.89m, 최저평균수위는 36.46m 및 최고평균수위 38.65m를 유지한 것으로 나타났다. 각 지구별 선버들의 최고수령을 고려하면 2002년 5월의 댐수위 38.76~41.31m일 때 1단계로 댐 저수지 연안에 선버들 종자가 이입하

기 시작하였고, 2003년부터 2005년까지 5월의 평균수위 38.00~37.86m 일 때 2단계로 이입, 정착하여 현재 대규모 군락이 형성된 것으로 생각된다.

2) 선버들 군락의 분포 표고 범위는 37.0~40.0m 이며, 대부분 남강댐 보강사업 이전에 농경지로 이용되었던 함수비가 높은 세립토 지역으로 최적의 선버들 생육환경을 형성하고 있기 때문에 향후에도 계속 그 세력을 유지할 것으로 생각된다.

3) 남강댐 연안대에 분포하는 선버들은 최고 수령 약 9년~13년, 평균흉고직경 3.9~8.8cm, 평균수고 3.8~7.5m, 평균분수 0.53본/m², 평균수관면적 0.98m²/m²로서 밀도가 아주 높은 수림을 형성하고 있기 때문에 낙엽과 자기숙음 질에 의한 수질 오염과 유목이 발생함을 알 수 있었다.

4) 퇴적에 의한 육상화가 발생하는 하천변에서의 선버들 군락의 천이과정과는 달리 수위가 유지됨으로서 선버들이 극상림을 이루는 것을 확인하였다.

따라서, 남강댐 저수지 내에 형성된 선버들 군락은 홍수피해 경감, 수질오염 및 유목 제어, 지속적인 선버들 군락의 확장 억제 및 생태계 보전 등의 측면에서 관리가 필요하며, 그에 따른 대책 및 활용방안으로는 간벌 및 수관절단, 자기숙음질에 의한 자연적 밀도조절, 법적 보호종의 먹이사슬을 고려한 대규모 비오톱 조성과 생태탐방로 개방 등을 고려할 수 있을 것이다.

인 용 문 헌

Asami Kazuhiro · Marutani Sei, 2007. The habitat and development of willow community at the upstream entrance of the reservoir of the Egawa dam, J. of Japan Society of Dam Engineers 17(2) : 116-124.

Argus, G. W. 1986. The Genus *Salix*(*Salicaceae*) in the Southeastern United States, Syst. Bot. Monogr. Vol. 9 : 1-170.

Clapham, A. R. · Tytin, T. G. and Moore, D. M. 1987. Flora of The British Isles(3rd ed.), Cambridge University Press, Cambridge.

Hiroshi Saito · Kazuhiro Azumi and Masaru Watanabe. 2001. Vegetation Change in the Floodplain of the Back Water of Miharu Dam, Ecology and Civil Engineering 4(1) : 65-72.

Kazuhiro Azumi · Namiko Kageyama and Hisayuki Ito. 2003. The impact of first filling on the composition of a forest community at the Miharu Dam reservoir, Vegetation Science, 20 : 71-82.

Kazuhiro Azumi · Namiko Kageyama · Kunio Koizumi and Hisayuki Ito, 2004. Change in DBH Growth and the Depth of Tree Following the Initial Flooding of the Miharu Dam Reservoir, Ecology and Civil Engineering 6(2) : 131-143.

Kazumi Tanida · Tetsuo Murakami, 2010. Ecosystem and Management of Dam Reservoir · Dam River, University of Nagoya Press

Lee, I. S. · Lee, P. H. · Son, S. G. · Kim, C. S. and Oh, K. H. 2001. Distribution and Community of *Salix Species* along the Environmental Gradient in the Nam-River Waterdhed, J. of Ecology and Environment, 24(5) : 289-296.

Lee, P. H. · Son, S. G. · Kim, C. S. and Oh, K. H. 2000. Population Dynamics of *Salix nipponica* and *S. koreensis* during the Riverbed Sedimentation in the Wetland of the Nam-River, J. of Wetland Research, 2(1) : 95-107.

Lee, P. H. · Son, S. G. · Kim, C. S. and Oh, K. H. 2002. Growth Characteristics of *Salix nipponica*, J. of Wetland Research, 4(2) : 1-11.

- Lee, P. H. 2006. Growth Characteristics and Community Dynamics of Riparian *Salix* in South Korea, Ph. D Thesis of Gyeongsang National University.
- Niiyama, K. 1995. Life history traits of *Salicaceous species* and riparian environment, Jap. J. Ecol., 45 : 301-306.
- Oh, K. H. · Lee, P. H. · Kim, C. S. and Son, S. G. 1999. Effects of the Aquatic Vascular Plants on the Lake Ecosystem in the Upper Stream Wetland of the Namgang-Dam, J. of Wetland Research, 1(1) : 29-44.
- Yuta Nakamura · Kyouhei Ooyama, 2011. Report of Researching Project on *Salix Subfragilis* in Miharu dam, Water Resources Environment Center.